

MAY 13 2005

**Device for measuring a mass flow**

AM

Patent number: DE10041433  
 Publication date: 2002-03-14  
 Inventor: BROTZMANN KARL (DE); FASBINDER HANS GEORG (DE);  
 KOPP HANS (DE); SCHUTTE KARSTEN (DE)  
 Applicant: FLUMESYS GMBH FLUIDMES UND SYS (DE)  
 Classification:  
 - International: G01F1/82  
 - european: G01F1/80  
 Application number: DE20001041433 20000823  
 Priority number(s): DE20001041433 20000823

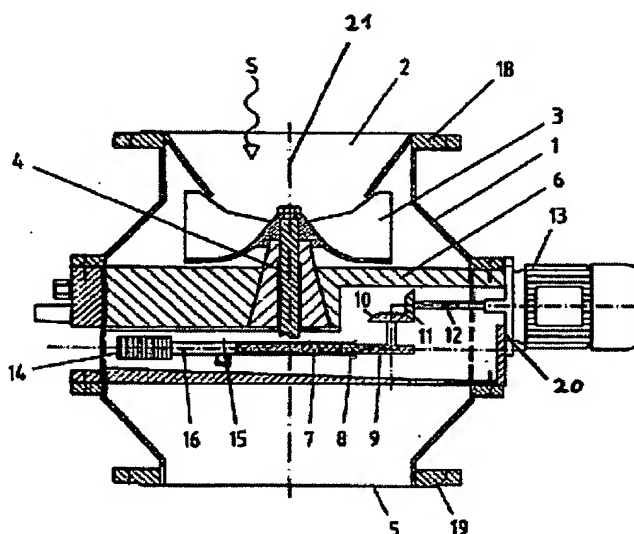
Also published as:

WO0216882 (A3)  
 WO0216882 (A2)  
 EP1409967 (A3)  
 EP1409967 (A2)  
 US2004011142 (A1)

Report a data error here

**Abstract of DE10041433**

The invention relates to a device for measuring a mass flow, comprising a measuring wheel (3) that is supported by a shaft (4) and that is driven and impinged axially by the mass flow. Said wheel deflects the flow, giving it both radial and tangential speed components. The shaft bears an actuation spur wheel (7), which engages with an intermediate spur wheel (8) that is held in position by a force measuring device (14) and has a second meshing with a drive spur wheel (9) that is driven by a drive motor (13). The diameter of the actuation spur wheel (7) is more than 0.3 fold, preferably 0.5 to 1 of the diameter of the measuring wheel (3). This provides a device for measuring a mass flow, which has a high zero constant and thus a high degree of measuring precision, is cost-effective to produce, robust during operation and which has none of the disadvantages of prior art.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 100 41 433 C 2

⑲ Aktenzeichen: 100 41 433.8-52  
⑳ Anmeldetag: 23. 8. 2000  
㉑ Offenlegungstag: 14. 3. 2002  
㉒ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 6. 2002

⑤ Int. Cl. 7:  
G 01 F 1/82

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

FLUMESYS GmbH -Fluidmeß- und Systemtechnik-,  
92237 Sulzbach-Rosenberg, DE

⑦4 Vertreter:

Schäfer, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81679 München

⑦2 Erfinder:

Brotzmann, Karl, Prof. Dr.Dr.E.h., 92224 Amberg,  
DE; Faßbinder, Hans Georg, Dr.rer.nat., 92237  
Sulzbach-Rosenberg, DE; Kopp, Hans, 92237  
Sulzbach-Rosenberg, DE; Schutte, Karsten, Dr.-Ing  
92224 Amberg, DE

⑤5 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 35 07 993 C2  
US 27 71 773  
EP 04 74 121 B1  
EP 08 57 953 A1

⑤4 Vorrichtung zur Messung eines Masse-Stromes

⑤7 Die Vorrichtung zur Messung eines vorzugsweise  
mehrphasigen Masse-Stromes besteht aus einem von ei-  
ner Welle getragenen Messrad, das mit konstanter Dreh-  
zahl angetrieben und von einem Masse-Strom beauf-  
schlagt wird, diesen umlenkt und ihm sowohl eine radiale  
als auch eine tangential Geschwindigkeitskomponente  
erteilt. Der Antrieb erfolgt über ein Antriebsstirnrad, ein  
von einer Kraftmesseinrichtung in seiner Lage festgehal-  
tenes Zwischenstirnrad und ein Treibstirnrad. Zur Erlan-  
gung einer hohen Nullpunkt Konstanz beträgt der Durch-  
messer des Antriebsstirnrades mindestens das 0,3-fache  
des Durchmessers des Messrades. In vorteilhafter Aus-  
führungsform wirkt die Auslenkung des Zwischenstirnra-  
des über ein Hebelsystem auf die Kraftmesseinrichtung  
ein.

DE 100 41 433 C 2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung eines vorzugsweise mehrphasigen Masse-Stromes nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

[0002] In solchen Vorrichtungen wird Schüttgut axial auf einen Drehteller geleitet, der radial verlaufende Leitschaukeln aufweist. Der Drehteller wird mit konstanter Drehzahl angetrieben und das Antriebsdrehmoment gemessen. Die Umlenkung des axial eingeleiteten Schüttgutes führt zu einer Änderung dieses Drehmomentes gegenüber dem Leerlaufdrehmoment. Diese Veränderung ist dem Masse-Strom proportional und somit eine Maßzahl für den Masse-Strom. Ein breiter Anwendungsbereich derartiger Vorrichtungen besteht in der pneumatischen Förderung von Schüttgütern jeglicher Art für unterschiedliche Anwendungsgebiete wie z. B. die Eisen- und Stahlindustrie, die Baustoffindustrie oder die chemische Verfahrenstechnik.

[0003] In den bekannten Vorrichtungen erfolgt die Messung des Drehmomentes bzw. seiner Veränderung mittels eines Getriebes. So wird in der US 2,771,773 das Drehmoment gemessen, welches auf eine zwischen Antriebsmotor und Drehteller angeordnete Zwischenwelle ausgeübt wird. Diese Zwischenwelle wird durch eine Feder, welche gerade das Leerlaufdrehmoment kompensiert, in ihrer Lage festgehalten. Das bei Beaufschlagung des Drehtellers mit einem Masse-Strom auftretende größere Drehmoment wird pneumatisch kompensiert. Der dazu erforderliche und auf einem geeigneten Messinstrument abgelesene Druck eines Arbeitsgases ist ein Maß für das übertragene Drehmoment. Die vorgeschlagene Art der Druckregelung bedingt jedoch einen vergleichsweise hohen apparativen Aufwand und dadurch eine erhöhte Störanfälligkeit. Nachteilig ist außerdem die systembedingte lange Totzeit, welche für den Druckaufbau zur Kompensation des Drehmomentes benötigt wird und die Regelung pulsierender Schüttgutströme erschwert. Eine gewisse Verbesserung wird erreicht, wenn gemäß der EP 0 474 121 B1 die Zwischenwelle tangential beweglich zur Welle des Drehtellers bzw. zur Achse des Treibstirnrades des Antriebsmotors an einer Kraftmesseinrichtung aufgehängt ist. Der Hauptanspruch der EP 0 474 121 B1 zielt jedoch darauf ab, die Messeinrichtung auch für die Messung kleinerer Masse-Ströme einsetzbar zu machen, indem störende Reibungseinflüsse im Getriebe, die z. B. von temperaturbedingten Viskositätsänderungen des Getriebeöls herrühren, weitgehend eliminiert werden. Eine ähnliche Aufgabenstellung wurde zuvor bereits in der DE 35 07 993 C2 beschrieben. An den in der DE 35 07 993 C2 sowie der EP 0 474 121 B1 vorgeschlagenen relativ aufwendigen Getriebeausführungen ist die kostenintensive Fertigung und die durch die Vielzahl an bewegten Teilen bedingte Störanfälligkeit von Nachteil.

[0004] In den in der DE 35 07 993 C2 sowie der EP 0 474 121 B1 beschriebenen Vorrichtungen wird eine möglichst große Krafteinwirkung der Zwischenwelle auf die Kraftmesseinrichtung angestrebt. Aus diesem Grund trägt die den Drehteller tragende Welle ein Antriebsstirnrad mit möglichst kleinen Durchmesser. In der Praxis bedingt diese Ausführungsform jedoch den entscheidenden Nachteil einer geringen Nullpunkt Konstanz, d. h. es treten auch im Leerlauf Schwankungen des Drehmomentes auf. Eine ausreichende Nullpunkt Konstanz ist die Voraussetzung dafür, kleine Masse-Ströme im Bereich von 10 kg/min mit hoher Genauigkeit zu messen. Zudem gibt eine hohe Nullpunkt Konstanz die Gewähr, dass auch kleine Änderungen in den gemessenen Masse-Strömen zuverlässig detektiert werden.

[0005] In der EP 0 857 953 A1 wird eine Verringerung des Messfehlers, insbesondere bei der Messung von inho-

mogenem Material, beschrieben. Durch einen axial zentrischen Zufuhr des Materials in das Messrad und unter Modifikation der Messradgeometrie wird angestrebt, den Nachteil einer seitlichen Zufuhr des Materials zu vermeiden und eine erhöhte Messgenauigkeit zu erzielen.

[0006] In den bekannten Ausführungsbeispielen wird das Schüttgut in der Art umgelenkt, dass der Austritt des gemessenen Schüttgutes nicht in senkrechter Achse unter dem Eintritt des Schüttgutes liegt. Dies verhindert den Einsatz vor allem in den Fällen, in denen eine Messvorrichtung in bestehende Anlagen integriert werden soll. Typischerweise wird die Vorrichtung dort unterhalb eines Vorratsbehälters eingebaut, wobei die gegebene Rohrleitungsführung fluchtende Flansche zwischen Ein- und Austritt des Schüttgutes bedingt und die maximale Einbauhöhe der Vorrichtung eng begrenzt ist. Die genannten Aspekte behindern die breite Anwendbarkeit des Prinzips für viele erdenkliche Anwendungsfälle der Messung mehrphasiger Masse-Ströme.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Messung eines vorzugsweise mehrphasigen Masse-Stromes mit hoher Nullpunkt Konstanz und somit mit hoher Messgenauigkeit auch bei kleinen Masse-Strömen von ca. 10 kg/min bereitzustellen.

[0008] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Durchmesser des Antriebsstirnrads mindestens das 0,3-fache, besonders vorteilhaft das 0,5-fache des Durchmessers Messrades liegen, eine ausreichende Nullpunkt Konstanz zu erreichen. Die durch temperaturbedingte Viskositätsänderungen des Getriebeöls hervorgerufenen Reibungseinflüsse haben dagegen zumindest im Temperaturbereich oberhalb von 0°C einen weitaus geringeren Einfluss auf die Messgenauigkeit als bisher angenommen. In einem weiten Temperaturbereich kann deshalb auf die bekannten Maßnahmen zum Ausgleich von Reibungseinflüssen verzichtet werden. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung besteht somit lediglich aus einem einfach aufgebauten Messgetriebe niedriger Störanfälligkeit, wodurch sich zusätzlich zur höheren Messgenauigkeit Kostenvorteile bei Herstellung und Betrieb ergeben.

[0009] Bei der Bemessung des Antriebsstirnrades ist natürlich zu beachten, dass ein größerer Durchmesser dieses Stirnrades zunächst zu einer geringeren Messkraft an der Zwischenwelle führt. In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird deshalb in der die Zwischenwelle haltenden Kraftmesseinrichtung die Messkraft über eine achsparallel zur Zwischenwelle gelagerte Hebelübersetzung geführt. Die sich aus einem gegenüber dem Stand der Technik vergrößerten Antriebsstirnrad ergebende niedrigere Messkraft an der Zwischenwelle wird durch eine geeignete Auslegung der Hebelverhältnisse kompensiert. Durch diese Maßnahme sind beispielsweise Getriebekonstruktionen möglich, bei denen der Durchmesser des Antriebsstirnrades annähernd dem Durchmesser des Messrades entspricht und in denen dennoch eine ausreichende Kraft auf die Kraftmesseinrichtung einwirkt. Die Kraftführung über eine Hebelübersetzung erlaubt außerdem die Verwendung an den Einsatzzweck angepasster Kraftaufnehmer. Handelsübliche Kraftaufnehmer mit Messbereichen unterhalb von 50 N sind nur für den Laborbetrieb geeignet. In einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Hebelübersetzung so gewählt, dass auch bei kleinen Masse-Strömen die Verwendung industrietauglicher Kraftaufnehmer mit Messbereichen oberhalb 50 N möglich wird damit auch im industriellen Einsatz die genaue Messung geringster Masse-Ströme gelingt.

[0010] In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform ist das Messgetriebe trotz des gegenüber dem Stand der Technik vergrößerten Antriebsstirnrades in einem Ausleger untergebracht, der in den Schüttgutstrom hineinragt. An dieser

Anordnung ist besonders vorteilhaft, dass sich Eintritts- und Austrittsstelle des Schüttgutes unmittelbar untereinander in einer fluchtenden Linie befinden. Zudem besitzt diese Anordnung nur eine sehr geringe Einbauhöhe. Die erfindungsgemäße Vorrichtung läßt sich somit leicht in eine bestehende Anlage integrieren, indem einfach ein kurzes, gerades Rohrstück durch die Vorrichtung ersetzt wird.

[0011] Eine zweckmäßige Ausführungsform der Erfindung wird anhand des nachfolgenden Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

[0012] Fig. 1 die Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung

[0013] Fig. 2 die Draufsicht auf die Getriebeeinheit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung

[0014] Fig. 3 die Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung

[0015] Die in Fig. 1 in Seitenansicht dargestellte erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einem Gehäuse 1 mit einer Materialeintrittsöffnung 2, unter welcher im Inneren des Gehäuses 1 koaxial ein mit senkrechten Leitschaukeln versehenes Messrad 3 auf einer vertikalen Welle 4 drehbar angeordnet ist. Der axial durch die Eintrittsöffnung 2 auf das Turbinenrad 3 einströmende Schüttgut-Strom S wird auf dem Messrad 3 in radialer Richtung umgelenkt und von diesem sowohl in radialer als auch in tangentialer Richtung beschleunigt. Das vom Messrad 3 herausgeschleuderte bzw. herabfallende Schüttgut wird an der Wandung des Gehäuses 1 umgelenkt und durch die Austrittsöffnung 5 aus dem Gehäuse 1 herausgeführt.

[0016] Die Umlenkung und Beschleunigung des Schüttgut-Stromes auf dem Messrad 3 verursacht ein Bremsmoment an der Welle 4, das dem Schüttgut-Strom direkt proportional ist. Die Messung des Schüttgut-Stromes erfolgt mittels eines in einem Getriebegehäuse 6 angeordneten Stirnradgetriebes, bestehend aus einem am unteren Ende der Welle 4 angeordneten Antriebsstirnrad 7, einem beweglichen, von einer Kraftmesseinrichtung 14 in seiner Lage festgehaltenen Zwischenstirnrad 8 und einem Treibstirnrad 9. Erfindungsgemäß beträgt der Durchmesser des Antriebsstirnrades 7 mindestens das 0,3-fache des Durchmessers des Messrades 3. In der hier beschriebenen Vorrichtung liegt das Verhältnis der Durchmesser von Antriebsstirnrad 7 und Meßrad 3 bei etwa 0,5. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Treibstirnrad 9 über 2 Kegelräder 10, 11 von der zur Achse des Treibstirnrades 9 um 90° versetzten Welle 12 eines Antriebsmotors 13 angetrieben. Diese Umlenkung erlaubt eine besonders platzsparende Bauweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Die Welle des Treibstirnrades 9 kann aber beispielsweise auch direkt vom Motor 13 angetrieben werden oder über ein Getriebe, eine Kette, einen Zahnriemen etc. in bekannter Art mit dem Motor 13 verbunden sein.

[0017] Die Funktionsweise einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 2 dargelegt. Das bewegliche Zwischenstirnrad 8 wird hier über eine Hebelübersetzung von einer Kraftmesseinrichtung 14 in seiner Lage festgehalten. Bei der Kraftmesseinrichtung 14 handelt es sich beispielsweise um einen handelsüblichen Kraftaufnehmer. Die Hebelübersetzung besteht aus einem im Lager 15 achsparallel zum Zwischenstirnrad 8 gelagerten Hebelarm 16. Die Hebelverhältnisse werden durch die unterschiedlichen Abstände zwischen dem Lager 15 und dem Zwischenstirnrad 8 einerseits und dem Lager 15 und der Kraftmesseinrichtung 14 andererseits bestimmt. Die aus einem gegenüber dem Stand der Technik vergrößerten Antriebsstirnrad 7 resultierende niedrigere Messkraft am Zwischenstirnrad 8 wird durch die Wahl entsprechender Hebelverhältnisse kompensiert.

[0018] Fig. 3 und Fig. 1 verdeutlichen die Funktionsweise einer weiteren vorteilhaften Ausbildungsform der Erfindung. Bei dieser Form ist das Getriebegehäuse 6 derart im Gehäuse 1 angeordnet, dass nur ein geringer Teil der für den freien Durchtritt von Schüttgut nach Umlenkung im Messrad 3 zur Verfügung stehenden Fläche 17 durch das Gehäuse 6 versperrt wird. Die Montage in bestehende Anlagen erfolgt günstigerweise mittels eines Flansches 18 an der Eintrittsöffnung 2 bzw. mittels eines Flansches 19 an der Austrittsöffnung 5. Die Flansche 18 und 19 befinden sich in fluchtender Linie und ermöglichen somit den einfachen Einbau in eine bestehende Rohrleitung o. dgl.

[0019] Fig. 3 veranschaulicht außerdem, dass der Durchmesser des Antriebsstirnrades 7 zur Erlangung einer besonders hohen Nullpunktkonstanz nahezu dem des Messrades 3 entsprechen kann, ohne dass dadurch ein zusätzliches Hindernis für den Schüttgut-Strom entsteht. Die daraus resultierende niedrigere Messkraft am Zwischenstirnrad 8 wird beispielsweise durch eine angepaßte Ausgestaltung von Hebelarm 16 und Lager 15 ausgeglichen. Versuche haben jedoch ergeben, dass bereits ein 0,3-facher Durchmesser des Antriebsstirnrades 7 bezogen auf den Durchmesser des Messrades 3 zu einer gegenüber dem Stand der Technik deutlich verbesserten Nullpunktkonstanz führt. Erfindungsgemäße Vorrichtungen mit Größenverhältnissen von Antriebsstirnrad 7 zu Messrad 3 zwischen 0,3 und 0,6 zeichnen sich auch mit entsprechend angepaßten Hebelsystemen durch äußerst kompakte Bauformen aus.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Gehäuse
- 2 Materialeintrittsöffnung
- 3 Messrad
- 4 Welle
- 5 Austrittsöffnung
- 6 Getriebegehäuse
- 7 Antriebsstirnrad
- 8 Zwischenstirnrad
- 9 Treibstirnrad
- 10 Kegelrad
- 11 Kegelrad
- 12 Welle
- 13 Antriebsmotor
- 14 Kraftmesseinrichtung
- 15 Lager
- 16 Hebelfarm
- 17 freie Fläche
- 18 Flansch an Eintrittsöffnung
- 19 Flansch an Austrittsöffnung
- S Schüttgutstrom

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung eines mehrphasigen Massestromes, mit einem von einer Welle (4) getragenen Messrad (3), das mit konstanter Drehzahl angetrieben und von dem Massestrom axial beaufschlagt wird, diesen umlenkt und ihm eine sowohl radiale als auch tangential Geschwindigkeitskomponente erteilt, wobei die Welle ein Antriebsstirnrad (7) trägt, welches mit einem Zwischenstirnrad (8) im Eingriff ist, das von einer Kraftmesseinrichtung (14) in seiner Lage festgehalten wird und einen zweiten Zahneingriff mit einem von einem Antriebsmotor (13) angetriebenen Treibstirnrad (9) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Antriebsstirnrades (7) mindestens das 0,3-fache des Durchmessers des Messrades (3) be-

trägt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der das Zwischenstirnrad (8) haltenden Kraftmesseinrichtung (14) die Messkraft über eine achsparallel zur Welle des Zwischenstirnrades (8) gelagerte Hebelübersetzung (15, 16) zum Kraftaufnehmer (14) geführt wird. 5

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest das Antriebsstirnrad (7) der das Messrad (3) tragenden Welle (4) und das von einer Kraftmesseinrichtung (14) in seiner Lage festgehaltene Zwischenstirnrad (8) in einem Ausleger untergebracht sind, welcher in den Schüttgutstrom hineinragt. 10

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

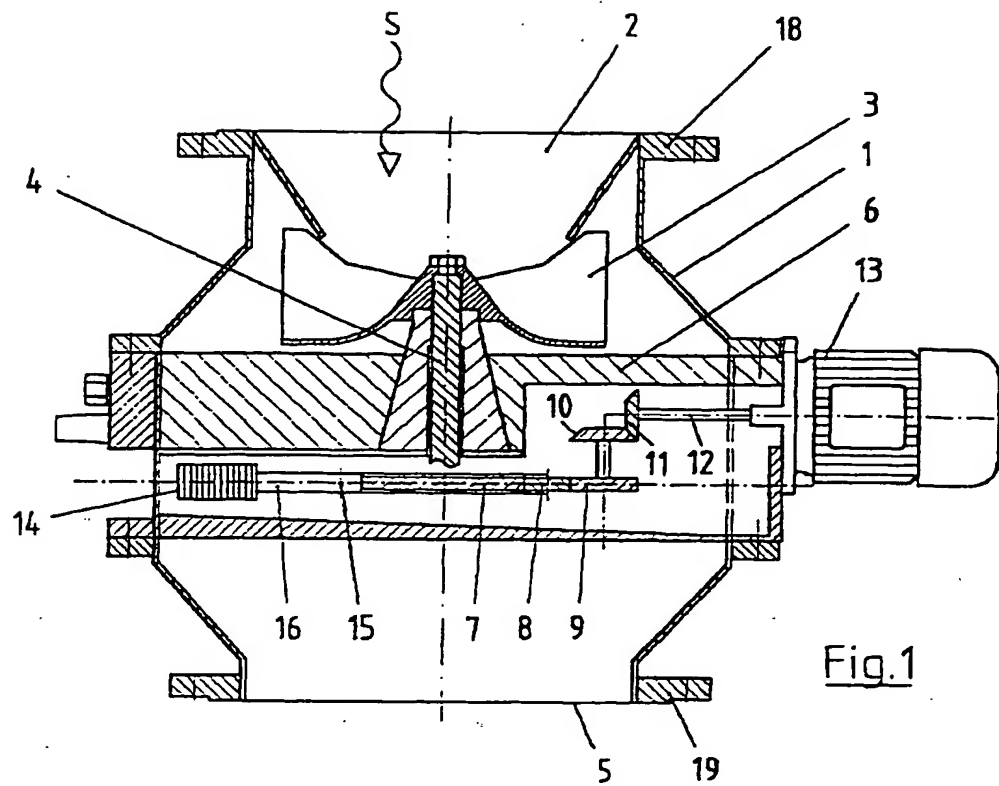
45

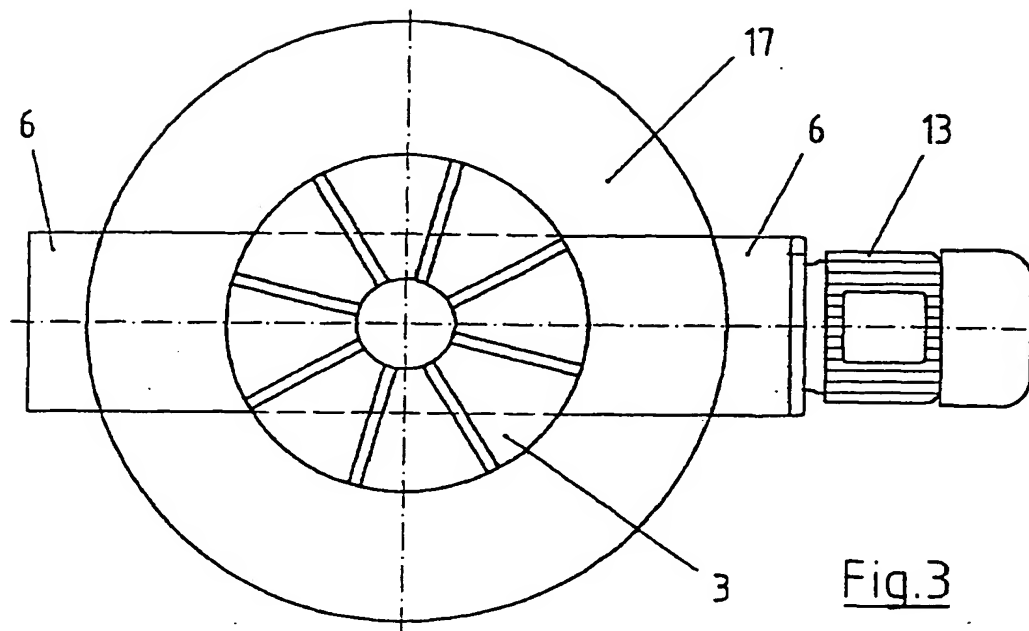
50

55

60

65





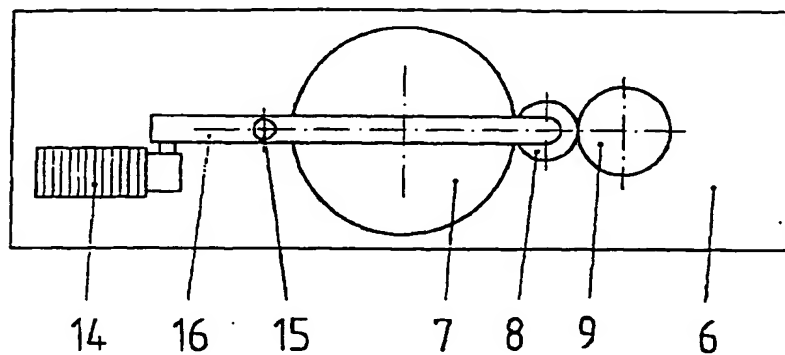


Fig.2